

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 88890188.1

51 Int. Cl.⁴: **F 16 C 33/12**
C 23 C 14/16

22 Anmeldetag: 18.07.88

30 Priorität: 24.07.87 AT 1881/87

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.01.89 Patentblatt 89/04

84 Benannte Vertragsstaaten:
CH DE ES FR GB IT LI NL SE

71 Anmelder: MIBA Gleitlager Aktiengesellschaft
Hauptstrasse 3
A-4663 Laakirchen (AT)

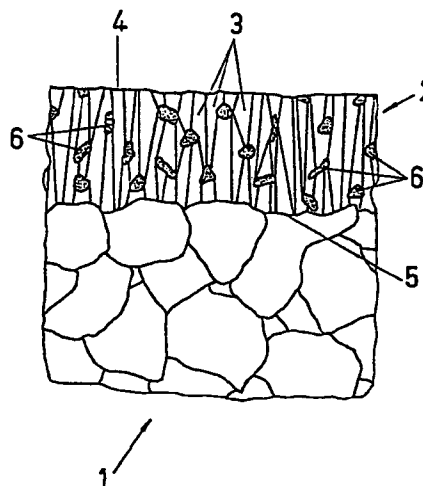
72 Erfinder: Koroschetz, Franz, Dr.
Rustonstrasse 5
A-4810 Gmunden (AT)

Gärtner, Walter, Dipl.-Ing.
Anton-Schösserstrasse 27
A-4810 Gmunden (AT)

74 Vertreter: Hübscher, Helmut, Dipl.-Ing. et al
Patentanwälte Dipl.-Ing. Gerhard Hübscher Dipl.-Ing.
Helmut Hübscher Dipl.-Ing. Heiner Hübscher
Spittelwiese 7
A-4020 Linz (AT)

54 Hochbelastbares Gleitlager.

57 Um bei einem hochbelastbaren Gleitlager mit einer unmittelbar auf einer Lagermetallschicht (1) physikalisch im Vakuum aufgetragenen Laufschrift (2), die aus einem Grundwerkstoff mit fein verteilten, bei Betriebstemperatur im Grundwerkstoff im wesentlichen unlöslichen Einlagerungen (6) besteht, über die geforderte Standzeit eine weitgehende Verschleißfreiheit und eine minimale Verformneigung sicherzustellen, weisen die Einlagerungen (6) ausschließlich eine geringere Härte als der Grundwerkstoff auf, der in Stengelform mit einer zur Lauffläche (4) senkrechten Vorzugsausrichtung kristallisiert ist.



Beschreibung

Hochbelastbares Gleitlager

Die Erfindung bezieht sich auf ein hochbelastbares Gleitlager mit einer unmittelbar auf einem Träger, insbesondere auf einer Lagermetallschicht, physikalisch im Vakuum aufgetragenen Laufschrift, die aus einem Grundwerkstoff mit fein verteilten, bei Betriebstemperatur im Grundwerkstoff zumindest im wesentlichen unlöslichen Einlagerungen besteht.

Bei herkömmlichen hochbelastbaren Gleitlagern ist zwischen der die Lauffläche bildenden, auf Blei- oder Zinnbasis aufgebauten, galvanisch aufgetragenen Laufschrift und der die Laufschrift tragenden Lagermetallschicht eine Zwischenschicht üblicherweise aus Nickel vorgesehen, die bei Lagermetallschichten aus einer Aluminiumlegierung eine ausreichende Haftfestigkeit der Laufschrift sichern soll, bei der Verwendung von Bleibronze für die Lagermetallschicht jedoch als Diffusionssperre dient, um die Bildung spröder intermetallischer Phasen bei Betriebstemperatur zu vermeiden. Da unter hohen Belastungen, beispielsweise durch hohe Schmierfilmspitzen drücke und kleine Schmierpalte, erhöhte Betriebstemperaturen oder verschmutzte und gealterte Schmieröle, mit einem vorzeitigen Verschleiß der weichen Laufschrift gerechnet werden muß, besteht die Gefahr, daß die harte Zwischenschicht zumindest bereichsweise freigelegt wird, wodurch das Versagensrisiko sprunghaft ansteigt, da diese Zwischenschicht härter als die Lagermetallschicht ist und keine Notlaufeigenschaften aufweist. Außerdem werden die tribologischen Eigenschaften der Laufschrift durch eine Zinn- bzw. Kupferverarmung zufolge von sich aufgrund der bekannten Diffusionsphänomene zwischen der Laufschrift und der Nickel-Zwischenschicht bildenden $(\text{CuNi})_x\text{Sn}_y$ -Phasen verschlechtert.

Zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit und der Warmverschleißfestigkeit ist es bekannt (DE-PS 28 53 724), metallische Gleit- oder Reibschichten aus einem dispersionsverfestigten Verbundwerkstoff durch eine Kathodenzerstäubung aufzubauen, wobei harte nichtmetallische Einlagerungen möglichst gleichmäßig in einem weichen metallischen Grundwerkstoff feinst verteilt werden. Abgesehen davon, daß diese dispersionsverfestigten Verbundwerkstoffe bei ihrem Einsatz als Laufschrift eines Gleitlagers wiederum das Vorsehen einer Zwischenschicht empfehlenswert machen, greifen solche Laufschriften aufgrund ihrer höheren Härte die weichere Welle an, was im allgemeinen vermieden werden muß, so daß sich diese dispersionsverfestigten Verbundwerkstoffe nicht als Laufschrift für hochbelastbare Gleitlager eignen.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein hochbelastbares Gleitlager zu schaffen, das trotz einer vergleichsweise weichen Laufschrift über die geforderte Standzeit weitgehend verschleißfrei und störungsunempfindlich bleibt und eine Lauffläche mit einer minimalen Verreibneigung bildet.

Ausgehend von einem hochbelastbaren Gleitlager der eingangs geschilderten Art löst die Erfindung die gestellte Aufgabe dadurch, daß die Einlagerungen

ausschließlich eine geringere Härte als der Grundwerkstoff und einen mittleren Korndurchmesser kleiner als $3\text{ }\mu\text{m}$ aufweisen, daß der Grundwerkstoff der Laufschrift in Stengelform mit einer zur Lauffläche senkrechten Vorzugsausrichtung kristallisiert ist und daß die Hauptlegierungsbestandteile des Trägers und der Laufschrift bei Betriebstemperatur intermetallische Verbindungen ausschließende Metalle sind.

Durch die stengelförmigen, im wesentlichen senkrecht auf die Lauffläche ausgerichteten Kristallite des Grundwerkstoffes der Laufschrift wird zunächst die Abriebfestigkeit und die Druckfestigkeit der Laufschrift erhöht, ohne deren Härte zu beeinflussen, die durch die ausschließlich weicheren Einlagerungen und die Kristallitengröße des Grundwerkstoffes mitbestimmt wird. Aufgrund der geforderten feinen Verteilung der weicheren Einlagerungen im Grundwerkstoff der Laufschrift und der nach oben begrenzten Korngröße, an die auch der Durchmesser der stengelförmigen Kristallite des Grundwerkstoffes angepaßt sein sollen, stellt sich selbst in eng begrenzten örtlichen Bereichen eine Mischwirkung zwischen dem Grundwerkstoff und den Einlagerungen ein, so daß sich eine sehr geringe Affinität zum Wellenwerkstoff und damit eine sehr geringe Verreibneigung ergibt. Die feine Verteilung der Einlagerungen, die einen mittleren Korndurchmesser von höchstens $3\text{ }\mu\text{m}$ und einen Schmelzpunkt über der maximal auftretenden Betriebstemperatur aufweisen, stellt auch bei höheren Betriebstemperaturen von 170 bis 200°C eine vorteilhafte Dauerfestigkeit sicher.

Da außerdem die Hauptlegierungsbestandteile des im allgemeinen eine Lagermetallschicht bildenden Trägers und der Laufschrift bei Betriebstemperatur intermetallische Verbindungen ausschließende Metalle sind, kann eine Zwischenschicht zwischen der Laufschrift und dem Träger als Diffusionssperre entfallen. Eine solche Zwischenschicht ist aber auch nicht zur Haftvermittlung erforderlich, weil durch die Ausrichtung der stengelförmigen Kristallite des Grundwerkstoffes senkrecht zur Lauffläche und damit senkrecht zur Oberfläche des Trägers sich bei einer entsprechenden, rückstandsfreien Reinigung der Oberfläche des Trägers eine gute Verkrallung zwischen der Laufschrift und dem Träger durch die beim Aufbau der Laufschrift senkrecht in die Oberfläche des Trägers eindringenden Atome einstellt. Es kann daher die Zwischenschicht, ohne die sonst eintretenden Nachteile in Kauf nehmen zu müssen, entfallen und der damit verbundene Vorteil genützt werden, daß bei einem vollkommenen Verschleiß der Laufschrift die Notlaufeigenschaften der als Träger dienenden Lagermetallschicht zum Tragen kommen.

Um intermetallische Verbindungen zwischen den Hauptlegierungsbestandteilen des Trägers und der Laufschrift in einfacher Weise ausschließen zu können, kann der Hauptlegierungsbestandteil des Grundwerkstoffes der Laufschrift dem des Trägers

entsprechen. Wegen der bei Betriebstemperatur im Grundwerkstoff unlöslichen Einlagerungen ist auch eine Wechselwirkung zwischen den weichen Einlagerungen der Laufschrift und der Lagermetallschicht als Träger auszuschließen.

Bei unterschiedlichen Hauptlegierungsbestandteilen des Trägers und der Laufschrift können intermetallische Verbindungen bei der Betriebstemperatur dann mit Sicherheit vermieden werden, wenn die Schmelzpunkte der Hauptlegierungsbestandteile zumindest der dreifachen Betriebstemperatur entsprechen, weil in diesem Fall die Bildungsenergie für solche intermetallischen Phasen bei der Betriebstemperatur nicht zur Verfügung steht.

Ist in weiterer Ausbildung der Erfindung die Grenzflächenzone der Laufschrift zum Träger hin zumindest im wesentlichen frei von Einlagerungen, so werden auch sich störend bemerkbar machende Diffusionsphänomene mit einer Beteiligung der Einlagerungen im Grundwerkstoff der Laufschrift wirksam vermieden. Die Dicke dieser Grenzflächenzone kann z. B. 0,01 bis 0,1 μm betragen, spielt aber wegen der Unlösbarkeit der Einlagerungen im Grundwerkstoff bei den gegebenen Betriebstemperaturen keine wesentliche Rolle.

Reicht in Sonderfällen die Festigkeit der die Laufschrift tragenden Lagermetallschicht nicht zur Aufnahme der auftretenden Belastungen auf, so kann die Laufschrift auch unmittelbar auf die dann als Träger dienende, stählerne Stützscheibe aufgebracht werden, weil aufgrund der geringen Verschleißanfälligkeit der Laufschrift die Gefahr eines bereichsweisen Freilegens der stählernen Stützscheibe gering bleibt.

Den gestellten Forderungen genügen Laufschriften bzw. Träger mit einem Hauptlegierungsbestandteil aus Aluminium, Kupfer, Eisen, Nickel oder Silber. Obwohl für die weichen Einlagerungen im Grundwerkstoff der Laufschrift auch Kunststoffe Verwendung finden könnten, ergeben sich besonders vorteilhafte Bedingungen, wenn die weichen Einlagerungen aus einem Metall, wie Zinn, Blei oder Wismut, bestehen, weil bei metallischen Einlagerungen eine bessere Wärmeableitung sichergestellt werden kann.

Der Anteil der weichen Einlagerungen am Volumen der Laufschrift wird nach unten durch die Mindestanforderung im Hinblick auf die Verreibneigung der Laufschrift und nach oben durch die geforderte Mindestfestigkeit begrenzt. Macht der Volumanteil der weichen Einlagerungen 5 bis 45 % aus, so kann den üblichen Belastungen unter Mischreibung hinsichtlich der Verreibneigung zufriedenstellend entsprochen werden. Bezüglich der Festigkeitsverhältnisse ist allerdings die Dichte des Hauptlegierungsbestandteiles des Grundwerkstoffs der Laufschrift zu berücksichtigen. Bei einer Laufschrift mit Aluminium als Hauptlegierungsbestandteil sollen daher die weichen Einlagerungen höchstens 20 Vol% betragen. Wird die Laufschrift auf der Basis von Kupfer oder Silber aufgebaut, so können die weichen Einlagerungen vorteilhaft 15 bis 40 Vol% ausmachen.

Entspricht die Härte der Laufschrift zumindest im wesentlichen jener des Trägers, so kann nicht nur

eine gute Tragfähigkeit für das Gleitlager sichergestellt, sondern auch das Versagensrisiko beim verschleißbedingten Übergang von der Laufschrift auf die den Träger bildende Lagermetallschicht verringert werden.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise dargestellt, und zwar wird ein erfindungsgemäßes Gleitlager in einem schematischen Schnittbild durch die auf einem Träger aufgebrachte Laufschrift gezeigt.

Das dargestellte Gleitlager besteht im wesentlichen aus einer gegebenenfalls auf einer nicht dargestellten stählernen Stützscheibe aufgetragenen Lagermetallschicht als Träger 1 und einer auf diese Lagermetallschicht physikalisch im Vakuum aufgetragenen Laufschrift 2, die aus einem Grundwerkstoff mit stengelförmigen Kristalliten 3 aufgebaut ist, die im wesentlichen senkrecht zur Lauffläche 4 bzw. zur Grenzfläche 5 zwischen der Laufschrift 2 und der Lagermetallschicht 1 ausgerichtet sind. In diesem stengelförmig kristallisierten Grundwerkstoff sind ausschließlich weichere Einlagerungen 6 mit einem mittleren Korndurchmesser von höchstens 3 μm fein verteilt eingebettet, so daß auch in eng begrenzten örtlichen Bereichen die tribologischen Eigenschaften der Laufschrift nicht vom Grundwerkstoff oder den Einlagerungen 6 allein, sondern sowohl vom Grundwerkstoff als auch von den Einlagerungen bestimmt werden. Die Stengelform der Kristallite 3 wird durch eine zur Grenzfläche 5 senkrechte Auftragsrichtung der Atome erzielt, und zwar unter Einhaltung bestimmter Temperatur- und Druckverhältnisse, wie dies beim Kathodenzerstäuben an sich bekannt ist. Das Kathodenzerstäuben erfolgt beispielsweise bei einer Temperatur des Targetmaterials von etwa 80° C und einem Argon-Druck von etwa $2 \cdot 10^{-3}$ mbar, wobei die koaxial zur Stabkathode angeordnete Lagermetallschicht auf einer konstanten Temperatur gehalten wird, die z. B. der halben absoluten Temperatur des Schmelzpunktes des Grundwerkstoffes der Laufschrift entspricht.

Vor dieser Beschichtung der Lagermetallschicht 1 mit der Laufschrift ist die Oberfläche der Lagermetallschicht jedoch rückstandsfrei zu reinigen und z. B. durch Ionenbeschuß in einer Gasentladung die Oberflächenoxidschicht zu entfernen bzw. die Lagermetalloberfläche zu aktivieren, um eine gewünschte Haftfestigkeit zwischen der Laufschrift und der Lagermetallschicht sicherzustellen.

Soll beispielsweise auf einer $\text{AlZn}_{4,5}\text{SiCuPbMg}$ -Lagermetallschicht 1 eine Laufschrift 2 aus AlPb_{30} mit Hilfe des beschriebenen Kathodenzerstäubungsverfahrens aufgetragen werden, so können auf die Kathode entsprechende Ringe aus Blei und Aluminium in einer geeigneten Reihenfolge aufgebracht werden, wobei durch eine axiale Relativbewegung zwischen der Kathode und der Lagermetallschicht während der Zerstäubung das Aluminium auf der Lagermetallschicht 1 mit einer zur Lauffläche 4 senkrechten Vorzugsausrichtung stengelförmig kristallisiert und gleichzeitig das weichere Blei in feinsten Verteilung in diesem Grundwerkstoff eingelagert wird, und zwar mit einem Volumanteil von etwa 9,5 %. Der Durchmesser der stengelförmigen

Kristallite 3 entspricht dabei etwa dem mittleren Korndurchmesser der Einlagerungen 6 und wird vom Druck und den Temperaturverhältnissen während des Zerstäubungsvorganges bestimmt. Die Dicke der Laufschrift soll zwischen 5 und 30 µm vorzugsweise 8 bis 16 µm betragen. Wird der Durchmesser der Einlagerungen größer als die halbe Schichtdicke, so sinkt die Festigkeit sehr rasch ab. Da die Verreibneigung um so kleiner wird, je feiner die Einlagerungen im Grundwerkstoff verteilt sind, ist ein vergleichsweise geringer Durchmesser sowohl der Einlagerungen 6 als auch der Kristallite 3 anzustreben. Besonders günstige Verhältnisse werden bei mittleren Durchmessern zwischen 0,1 und 1,5 µm erzielt.

Soll bei einem anderen Ausführungsbeispiel eine AlSn20-Laufschrift auf einer AlZn4,5MgZr-Lagermetallschicht aufgetragen werden, so können für die Kathodenzerstäubung Targetringe aus AlSn20 gegossen werden. Der Anteil der weicheen Zinneinlagerungen macht bei einer solchen Laufschrift ca. 8,5 Vol% aus. Diese Laufschrift ist bei korrosiven Schmierölen einer Laufschrift aus AlPb30 vorzuziehen.

Für besondere Belastungen kann die Lagermetallschicht 1 auf der Basis von Aluminium durch eine gegossene Bleibronze CuPb22Sn ersetzt werden, ohne daß eine als Diffusionssperre erforderliche Zwischenschicht erforderlich wird, wenn dafür gesorgt ist, daß sich in der Grenzflächenzone der Laufschrift 2 im wesentlichen keine weicheen Einlagerungen befinden. Diese Forderung kann in einfacher Weise durch eine entsprechende Anordnung der Targetwerkstoffe auf der Kathode bei gleichzeitiger axialer Relativbewegung von der Kathode und der Lagermetallschicht erreicht werden. Die Dicke der von Einlagerungen freien Grenzzone spielt dabei wegen der Unlöslichkeit der Einlagerungen im Grundwerkstoff der Laufschrift bei den gegebenen Betriebstemperaturen eine untergeordnete Rolle.

Soll ein besonders verreibunempfindliches und hochbelastbares Gleitlager hergestellt werden, so kann eine AgPb35-Laufschrift auf einer gegossenen Bleibronze CuPb22Sn aufgetragen werden, wobei das Silber und das Blei wieder in gesonderten Ringen auf die Kathode aufgebracht werden können. Der Volumanteil der weicheen Bleieinlagerungen beträgt in diesem Falle etwa 33 Vol%.

Für einen hohen Verschleißwiderstand gegen abrasive Teilchen im Schmieröl eignet sich insbesondere eine Laufschrift aus CuPb30 auf einer AlZn4,5- oder CuPb22Sn-Lagermetallschicht. Für die Kathodenzerstäubung können Targetringe aus CuPb30 gegossen und auf die Kathode aufgebracht werden. Der Bleianteil in der Laufschrift macht dabei etwa 25 Vol% aus.

An Stelle von Blei kann auch Wismut als weiche Einlagerung in einem Grundwerkstoff aus Silber oder Kupfer eingesetzt werden.

Die Erfindung ist selbstverständlich nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. So könnte die Laufschrift auch durch ein anderes Verfahren als durch eine Kathodenzerstäubung auf die Lagermetallschicht aufgetragen werden, bei-

spielsweise durch ein Ionenplattieren, weil es ja vor allem auf die beschriebene stengelförmige Ausbildung der Kristallite des Grundwerkstoffes der Laufschrift und die darin fein verteilten weicheen Einlagerungen ankommt und nicht auf das Herstellungsverfahren. Außerdem könnte für besondere Belastungsverhältnisse auf eine Lagermetallschicht verzichtet und die Laufschrift unmittelbar auf die stählerne Stützschele als Träger 1 aufgebracht werden.

Patentansprüche

1. Hochbelastbares Gleitlager mit einer unmittelbar auf einem Träger, insbesondere auf einer Lagermetallschicht (1), physikalisch im Vakuum aufgetragenen Laufschrift (2), die aus einem Grundwerkstoff mit fein verteilten, bei Betriebstemperatur im Grundwerkstoff zumindest im wesentlichen unlöslichen Einlagerungen (6) besteht, dadurch gekennzeichnet, daß die Einlagerungen (6) ausschließlich eine geringere Härte als der Grundwerkstoff und einem mittleren Korndurchmesser kleiner als 3 µm aufweisen, daß der Grundwerkstoff der Laufschrift (2) in Stengelform mit einer zur Lauffläche (4) senkrechten Vorzugsausrichtung kristallisiert ist und daß die Hauptlegierungsbestandteile des Trägers (1) und der Laufschrift (2) bei Betriebstemperatur intermetallische Verbindungen ausschließende Metalle sind.

2. Gleitlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptlegierungsbestandteil des Grundwerkstoffes der Laufschrift (2) dem des Trägers (1) entspricht.

3. Gleitlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei unterschiedlichen Hauptlegierungsbestandteilen des Trägers (1) und der Laufschrift (2) die Schmelzpunkte der Hauptlegierungsbestandteile zumindest der dreifachen Betriebstemperatur entsprechen.

4. Gleitlager nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzflächenzone der Laufschrift (2) zum Träger (1) hin zumindest im wesentlichen frei von Einlagerungen (6) ist.

5. Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (1) aus einer stählernen Stützschele besteht.

6. Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptlegierungsbestandteile der Laufschrift (2) bzw. des Trägers (1) aus Aluminium, Kupfer, Eisen, Nickel oder Silber bestehen.

7. Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die weicheen Einlagerungen (6) aus Zinn, Blei oder Wismut bestehen.

8. Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Volumanteil der weicheen Einlagerungen (6) an der Laufschrift (2) 5 bis 45 % ausmacht.

9. Gleitlager nach Anspruch 8, dadurch

gekennzeichnet, daß bei einer Laufschrift (2) mit Aluminium als Hauptlegierungsbestandteil die weicheen Einlagerungen (6) höchstens 20 Vol% betragen.

10. Gleitlager nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Laufschrift (2) mit Kupfer oder Silber als Hauptlegierungsbestandteil die weicheen Einlagerungen (6) 15 bis 40 Vol% ausmachen.

11. Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Härte der Laufschrift (2) zumindest im wesentlichen jener des Trägers (1) entspricht.

15

20

25

30

35

40

45

50

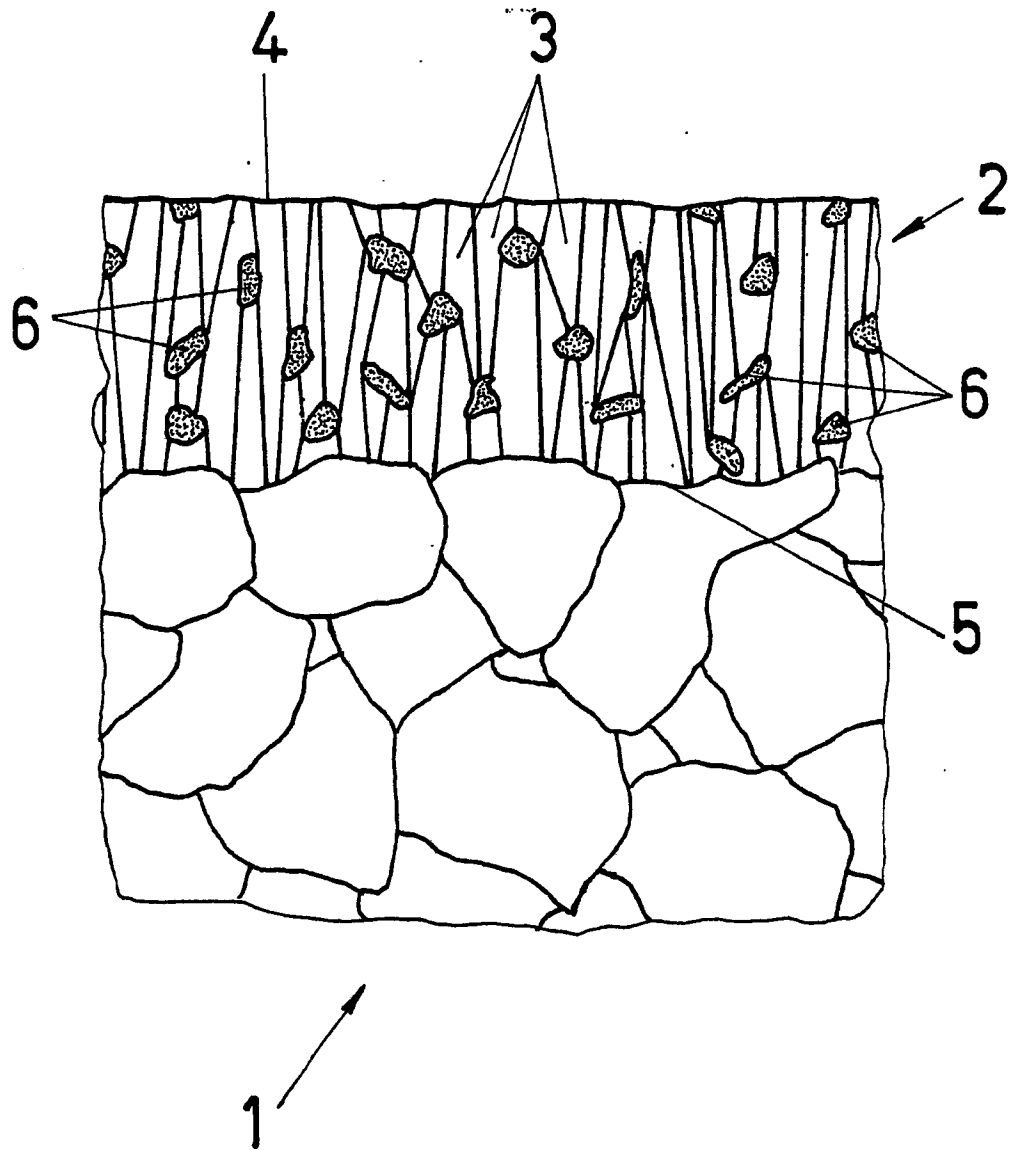
55

60

65

5

0300993





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 88 89 0188

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
A	FR-A-2 443 926 (GLYCO-METALL-WERKE DAELEN & LOOS GmbH) ---		F 16 C 33/12 C 23 C 14/16
A	FR-A-2 207 193 (UNION CARBIDE CORPORATION) ---		
A	US-A-4 471 032 (T. FUKUOKA et al.) ---		
A	JOURNAL OF VACUUM SCIENCE AND TECHNOLOGY, Band 11, Nr. 4, Juli/August 1974, The American Vacuum Society, New York, US; J.A. THORNTON: "Influence of apparatus geometry and deposition conditions on the structure and topography of thick sputtered coatings" -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			F 16 C C 23 C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 19-10-1988	Prüfer JOFFREAU P.O.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: mündliche Offenbarung P: Zwischenliteratur		T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	